

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-006181
 (43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/42
 H01L 31/0232
 H01S 5/026

(21)Application number : 2000-185491

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 20.06.2000

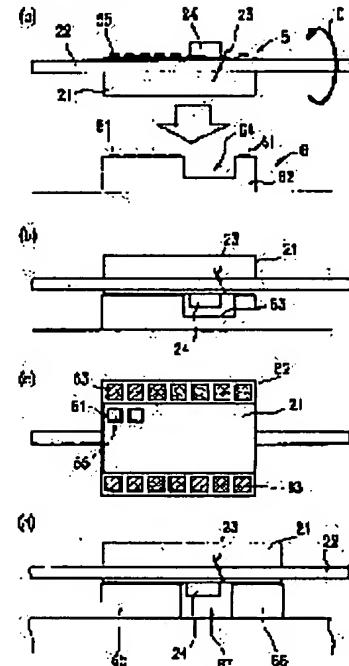
(72)Inventor : NISHIKAWA TORU
 MITSUTA MASAHIRO

(54) INTEGRATED OPTICAL MODULE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize faster communications.

SOLUTION: An optical circuit side bump 55 acting as an output part of an optical circuit part 5 where an optical signal transferred through an optical fiber 22 is made incident on a light-receiving element 24 for photoelectric transduction, is directly connected to an electrode pad 61, acting as an input or output part of an integrated circuit part 6, facing each other.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-6181

(P2002-6181A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-ヨ-ト[®](参考)

G 02 B 6/42

G 02 B 6/42

2 H 0 3 7

H 01 L 31/0232

H 01 S 5/026

5 F 0 7 3

H 01 S 5/026

H 01 L 31/02

C 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21)出願番号

特願2000-185491(P2000-185491)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(22)出願日 平成12年6月20日(2000.6.20)

(72)発明者 西川 透

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

(72)発明者 光田 昌弘

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

(74)代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

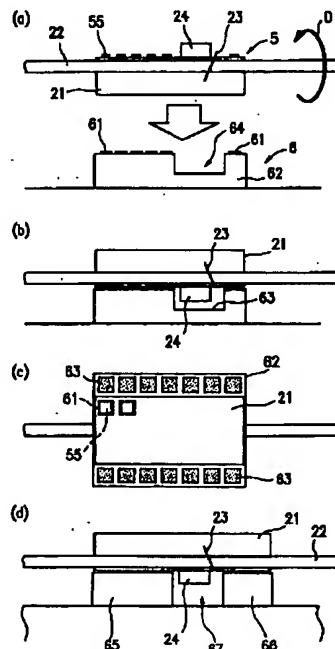
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 集積化光モジュールおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 より高速な通信を実現する。

【解決手段】 光ファイバ22で伝送された光信号が入射される受光素子24にて光電変換される光回路部5の出力部としての光回路側バンプ55と、前記集積回路部6の入力または出力部としての電極パッド61とが対向して直に接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、前記基板に形成された溝と、前記溝に配置された光ファイバと、前記基板上に形成された受光素子と、前記基板上に形成された集積回路と、前記受光素子と集積回路とを電気的に接続するために前記基板上に形成された一または複数の配線とを有することを特徴とする集積化光モジュール。

【請求項2】 前記配線が集積回路側パッドに接続され、前記受光素子が電極を有し、前記集積回路側パッドと前記電極とが対向して電気的に接続されていることを特徴とする請求項1記載の集積化光モジュール。

【請求項3】 少なくとも一つの前記配線は、前記溝によって分断された前記基板表面の片側のみに形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の集積化光モジュール。

【請求項4】 前記集積回路が前記基板にモノリシックに形成されていることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の集積化光モジュール。

【請求項5】 基板の表面に溝を形成する工程と、前記溝に光ファイバを配置する工程と、前記基板の表面に配線を形成する工程とを有し、その後、前記基板上に前記溝をまたぐように受光素子を形成する工程と、前記基板上に集積回路を形成する工程とをさらに有することを特徴とする集積化光モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば光ファイバを用いて光信号を伝送するいわゆる光ファイバ通信に用いられる光通信用モジュールなどの集積化光モジュールおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種の光通信用モジュールにおいては、現行の電話線を光ファイバに置き換えることにより、一般家庭でも高速・大容量の通信を可能とする光加入者系システムと呼ばれる通信システムの構築が急速な勢いで進行している。

【0003】 この光加入者系システムは、21世紀のネットワーク社会を実現するインフラストラクチャとして、その通信能力を考えた場合に最も有力なシステムであり、光ファイバの本来持つ広帯域性を生かすことにより、現行電話線の数千倍の非常に高速な通信を一般家庭にまで配信することができるものである。

【0004】 また、光加入者系システムでは、光ファイバを一般家庭にまで導入するため、一般的な加入者宅に設置される端末に内蔵され、光信号と電気信号とを相互に変換する光通信用モジュールが必要不可欠である。

【0005】 現在、構築が進められている光加入者系システムは、50Mbpsのベースバンドデジタル信号を送受信することにより、一般家庭においても、メタル線と比較して10倍～100倍近い非常に高速な通信を実現す

ることができるようになっている。

【0006】 この種の目的に使用される集積化光モジュールの構成例として、参考文献（1998年電子情報通信学会エレクトロニクスソサエティ大会 予稿集SC-3-105）には図10に示すような光受信用モジュールが提案されている。

【0007】 図10は従来の光受信用モジュールの構成図であって、(a)はその平面図、(b)はその側面図である。図10(a)および図10(b)において、集積化光モジュールとしての光受信用モジュール200は、外部伝送路201からパッケージベース202内に引き込まれた光ファイバ203と、光ファイバ203からの光信号が受光される光導波路204aの上部に実装されたSi-V溝基板204と、光導波路204aからの広帯域な光信号を忠実に電気信号に変換する受光素子205と、受光素子205に電気的に接続された電極パッド206と、集積回路用の入力部としての電極パッド207と、電極パッド207が電気的に接続された信号処理用の集積回路208とを有している。この場合、光受信用モジュール200は光受信機能のみを持っている。これらの光ファイバ203、基板204、受光素子205および電極パッド206により光回路部211が構成され、電極パッド207および集積回路208により集積回路部212が構成されている。この集積回路208としては、信号処理として例えば信号増幅処理を行うためのブリアンプなどが使用されている。

【0008】 上記構成により、まず、外部伝送路201から送信してきた光信号は、光伝送路である光ファイバ203から光導波路204aを通して受光素子205に入射する。この入射した光信号は受光素子205にて電気信号に変換される。次に、変換された電気信号は、電極パッド206、207間のワイヤ209を通して集積回路208に入力され、その入力電気信号は集積回路208にて例えば信号増幅処理などが為される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、次世代および次々世代の光通信システムで必要とされる更に高速な通信サービスを実現するためには、現行の光通信用モジュールおよびその周辺電気回路の構成では、必要とされる動作速度に対応することができない。このため、次世代および次々世代の仕様に適応したより高速な光通信用モジュールおよびその周辺電気回路の構成を新たに考える必要がある。

【0010】 本発明は、上記事情に鑑みて為されたもので、より高速な通信を実現することができる集積化光モジュールおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明の集積化光モジュールは、基板と、基板に形成された溝と、溝に配置され

た光ファイバと、基板上に形成された受光素子と、基板上に形成された集積回路と、受光素子と集積回路とを電気的に接続するために基板上に形成された一または複数の配線とを有することを特徴とするものである。

【0012】現行の構成でその通信速さを制限する最大の要因は、光通信用モジュール内の光回路と電気信号を処理する集積回路間の配線長さおよびその間の電気的な回路の整合性にある。そこで、より高速な通信を実現するために、光通信用モジュール内の光回路と電気信号を処理する集積回路間をより近い位置に実装し、その距離を短くすることが一つの方法となる。これらの光回路と集積回路間の距離を短くすることにより、その距離によって生じるキャパシタンスCとインダクタンスLによる発振成分を抑制することができるものである。

【0013】したがって、上記構成により、受光素子と集積回路とを電気的に接続するために基板上に形成された一または複数の配線（例えばパターン配線）とを有するので、従来のワイヤによる空中配線のものに比べて、生じるキャパシタンスCとインダクタンスLによる発振成分（高周波通信ロス）も抑制可能（受光素子と集積回路間の電気的な回路の整合性がよくなる）となると共に、配線接続長さも短くなつて、より高速な通信にも対応することが可能となる。

【0014】また、好ましくは、本発明の集積化光モジュールにおいて、配線が集積回路側パッドに接続され、受光素子が電極を有し、集積回路側パッドと電極とが対向して電気的に接続されている。この場合、光ファイバおよび集積回路などからなる光回路部と集積回路とが同一基板内に集積化されていてもよい。

【0015】この構成により、集積回路側パッドと電極とが対向して電気的に接続されているので、従来のようにワイヤを介すことなく、集積回路側パッドと電極間のワイヤ距離が0となって、配線接続長さを最大限短くすることが可能となり、より高速な通信に対応することが可能となる。

【0016】さらに、好ましくは、本発明の集積化光モジュールにおいて、少なくとも一つの配線は、溝によって分断された基板表面の片側のみに形成されていてもよい。また、本発明の集積化光モジュールにおける集積回路が基板にモノリシックに形成されていてもよい。

【0017】本発明の集積化光モジュールの製造方法は、基板の表面に溝を形成する工程と、溝に光ファイバを配置する工程と、基板の表面に配線を形成する工程とを有し、その後、基板上に前記溝をまたぐように受光素子を形成する工程と、基板上に集積回路を形成する工程とをさらに有することを特徴とするものである。

【0018】この構成により、より高速な通信を実現する集積化光モジュールを、容易かつ効率的に製造することが可能となる。

【0019】さらに、本発明の集積化光モジュールは、

光ファイバ通信における光信号の受信および送信の少なくとも何れかを行う光回路部と、その光信号に対応した電気信号をデータ処理する集積回路部とを有した集積化光モジュールにおいて、光回路部の出力部または入力部と集積回路部の入力部または出力部との間の配線長さが最小長さになるように配設されているものである。

【0020】この構成により、光回路部の出力部または入力部と、集積回路部の入力部または出力部とが、従来のものよりも配線接続長さが短くなった分だけ、生じるキャパシタンスCとインダクタンスLによる発振成分も抑制可能となって、より高速な通信にも対応することが可能となる。

【0021】また、好ましくは、集積化光モジュールにおいて、光回路部の出力または入力部と、前記集積回路部の入力または出力部とが互いに対向しつつ直接接続されている。

【0022】この構成により、光回路部と集積回路部の各入力部または出力部が互いに対向して直接接続すれば、従来のようにワイヤを介すことなく、光回路部と集積回路部のワイヤ距離が0となって、配線接続長さを最大限短くすることが可能となり、より高速な通信に対応することが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態1～3について、図面を用いて詳細に説明する。

（実施形態1）図1は本発明の実施形態1の集積化光モジュールの構成を示す図であって、（a）はその上面図、（b）はそのAA'断面図、（c）はそのBB'断面図である。図1（a）～図1（c）において、集積化光モジュール1は、光回路部2と、この光回路部2を上部に重ねて載置した集積回路部3と、これらの光回路部2および集積回路部3を収容するパッケージ4とを有している。

【0024】光回路部2は、ガラス基板21と、ガラス基板21に先端部分が埋め込まれた光ファイバ22と、光ファイバ22の先端部分途中に設けられたダイシングスリット・全反射ミラー23と、ダイシングスリット・全反射ミラー23からの光信号を受信する受光素子24と、受光素子24からの電気信号の出力用の光回路側電極パッド25とを有している。集積回路部3上に重ね合わされる光回路部2の大きさは、後述する集積回路チップ32程度の大きさとし、後述する集積回路側電極パッド33が、配線のために光回路部2とできるだけ重ならないようにすることが望ましい。

【0025】ガラス基板21は光回路基板として使用され、集積回路部3にハイブリッド、即ちいっしょに混合して実装されている。ガラス基板21の上面には光ファイバ22を収容するための光ファイバ埋込用トレチ溝21dが形成されている。

【0026】光ファイバ22は、ガラス基板21の光フ

アイバ埋込用トレンチ溝21d内に埋め込まれて位置決めされ、光学接着剤により固定されている。光ファイバ22の光学接着材は、後述するダイシングスリット・全反射ミラー23で反射した信号光の反射点ができるだけ少なくするために、光ファイバ22のクラッド部の屈折率に屈折率整合した接着材を使用している。

【0027】ダイシングスリット・全反射ミラー23のダイシングスリットは、光信号をガラス基板表面に立ち上げるために光ファイバ22の光軸に対して斜めに加工されており、そのスリットに全反射ミラーの反射フィルタを挿入することにより、正確に立ち上げ角度を決定することができるようになっている。以上の光ファイバ埋込用トレンチ溝21d、光ファイバ22、ダイシングスリット・全反射ミラー23により集積度の高いファイバ埋込光回路が構成されている。

【0028】受光素子24は、決定された光路の終端部、即ちダイシングスリット・全反射ミラー23の配設位置からの信号光を効率よく受光できるように、ガラス基板21上に位置決めされて実装されている。受光素子24は光ファイバ22からの光信号を光電変換するようになっている。

【0029】光回路側電極パッド25（光回路部の出力部または入力部）は、受光素子24の出力端に接続され、受光素子24で光電変換された電気信号が出力されるようになっている。

【0030】集積回路部3は、集積回路基板31と、集積回路基板31上に固定された集積回路チップ32と、その出力電極用の集積回路側電極パッド33とを有している。

【0031】集積回路チップ32は、例えば信号増幅処理などの信号処理を行うものである。

【0032】集積回路側電極パッド33（集積回路部3の入力部または出力部）は、集積回路チップ32の周囲に信号入力および出力用に複数個配設されており、光回路側電極パッド25とワイヤ34にてワイヤリングされている。集積回路側電極パッド33とパッケージ側電極パッド25との位置は、高速通信に対応するために、ワイヤリングの距離ができるだけ短くするべく、それぞれの配設位置を最適化することが望ましい。また、光回路側電極パッド25と集積回路側電極パッド33とを、光回路部2と集積回路部3間の配線長さが最小長さになるように配設することが望ましい。

【0033】パッケージ4は、中央部分に段付きの凹部が形成された外郭部材41と、外郭部材41の側壁部分に設けられ光ファイバ22を固定して上記凹部内に導くフェルール42と、外部入出力用の外部電極端子43aに接続された信号出力用のパッケージ側電極パッド43と、集積回路側電極パッド33と接続されているワイヤ44とを有している。

【0034】パッケージ側電極パッド43は、複数個の

集積回路側電極パッド33の周囲に複数個配設され、集積回路側電極パッド33とワイヤ44にてワイヤリングされている。

【0035】上記構成により、以下、その動作を説明する。まず、外部伝送路から集積化光モジュール1に入射された光信号は、受光素子24直下のダイシングスリット・全反射ミラー23にて真上に光路を変えられて受光素子24に入射される。受光素子24において入射された光信号は電気信号へと変換される。

【0036】次に、受光素子24で変換された電気信号は、光回路側電極パッド25からワイヤ34さらに集積回路側電極パッド33を介して集積回路チップ32に伝送され、集積回路チップ32内にて信号増幅処理などの信号処理が為される。

【0037】さらに、集積回路チップ32内で信号処理された信号は、集積回路側電極パッド33からワイヤ44さらにパッケージ側電極パッド43から外部電極端子43aに出力されて、システムへと伝送される。

【0038】以上により、本実施形態1によれば、光ファイバ22やダイシングスリット・全反射ミラー23、受光素子24および光回路側電極パッド25などの各光回路部品と、集積回路チップ32とを上下に重ね合わせて配置したため、集積化光モジュール1の省面積化および小型化を図ることができる。よって、集積回路基板31上に光回路部2および集積回路部3を配置し、それをパッケージ4内に収容しているため、コンパクトなパッケージ4で取扱いも容易なものとすることができる。また、その各光回路部品を集積回路部3内の領域、本実施形態1では集積回路チップ32上に配置しており、光回路側電極パッド25と集積回路側電極パッド33とがより近い位置になるように最適化することによって、ワイヤ34による配線接続長さが短くなった分だけ、生じるキャパシタンスCとインダクタンスLによる発振成分も抑制することができて、より高速な通信にも対応することができる。

【0039】また、光回路部2として、受信用光ファイバ埋込み型光回路を用いたため、従来の光導波路を用いることなく、光ファイバ22から直に受光素子24に光信号を入射させることができて光伝送効率を良好なものとすることができる。

【0040】さらに、光回路部2を集積回路部3に接着剤で固定するため、光回路部2の保持部材を集積回路部3側に設ける必要もなく、よりコンパクトなものとすることができる。しかも、接着剤がゴムなどの弾性樹脂類などの応力緩和型のものであるため、集積回路部3側の集積回路基板31に歪が生じた場合にも光回路部2への影響を緩和できて、光信号の受光素子24への入射位置が外れないなど光回路部2の良好な光回路機能を維持することができるものである。

【0041】（実施形態2）上記本実施形態1では、図

1 (a) および図1 (c) に示すように、光回路部2の配線（光回路側電極パッド25）を上向きに実装してワイヤ34にて光回路側電極パッド25と集積回路側電極パッド33とを配線することで、光回路部2を集積回路部3と電気的に接続するようにしたが、本実施形態2では、図2 (a) に示すように、光回路配線部である光回路側バンプ55を矢印Dのように180度回転させて下向きに実装する場合である。

【0042】図2は本発明の実施形態2における集積化光モジュールであって、図1の光回路配線部を下向きに実装する場合の基板ボンディング方法の説明図であって、(a)は実装前の光回路部と集積回路部の断面図、(b)は実装後の光回路部と集積回路部の断面図、(c)は実装後の光回路部と集積回路部の上面図、(d)はスペーサ基板を用いた場合の実装後の光回路部と集積回路部の断面図である。なお、図2 (a) ~図2 (d)において、図1 (a) ~図1 (d) の各部材と同一の作用効果を奏する部材には同一の符合を付してその説明を省略する。

【0043】図2 (a) および図2 (b) に示すように、光回路部5は、その配線部（光回路側バンプ55）を下向きに実装するものである。また、光回路部5側では、ダイシングスリット・全反射ミラー23の反射フィルタと受光素子24とが基板21の表面から下向きに突き出た状態になっている。

【0044】集積回路部6は、図2 (c) に示すように、下向きの光回路側バンプ55と上向きの集積回路側パッド61とは、位置が完全に重なるように、プロセス時に光回路部5のバンプ55に対して電極パッド61の形成を集積回路基板62上に行う必要がある。また、集積回路基板62上には、パッケージ側電極パッド43へのワイヤリングを行うための複数個の集積回路側電極パッド63が、集積回路側パッド61の外側に配設されている。したがって、この実装方法を使用する場合にも、光回路側バンプ55と接続される内側の集積回路側パッド61と外側の集積回路側電極パッド63の2種類のパッドが必要となる。

【0045】また、集積回路基板62の上面には、突き出た受光素子24やダイシングスリット・全反射ミラー23（反射フィルタ）が接触（干渉）しないように干渉防止用凹部としての受光素子用収容穴64が形成されている。

【0046】以上により、本実施形態2によれば、光回路側バンプ55と集積回路側パッド61とを直接接続したため、上記実施形態1においてワイヤ34により行っていた配線距離を0にすることができる、更なる通信速度の高速化に対応することができるものである。

【0047】また、受光素子24やダイシングスリット・全反射ミラー23の突出部分が集積回路部6の受光素子用収容穴64内に収容される分だけサイズを小さくす

ることができるものである。

【0048】なお、本実施形態2の受光素子用収容穴64の代わりに、図2 (d) に示すように、集積回路基板65と同じ厚さのスペーサ基板66を用いて、突き出た受光素子24および反射フィルタとの干渉を避けるために受光素子用収容空間67を形成するようにしてもよい。

【0049】なお、本実施形態2では、光回路部5側にバンプ55、集積回路部6側にパッド61、63を配設したが、バンプとパッドの関係が入れ替わってもよい。

【0050】なお、光回路部5と集積回路部6との回路部同士の実装方法としては、マイクロバンプボンディング(MBB)法やスタッズバンプボンディング(SBB)法およびソルダーバンプボンディング法などが考えられるが、何れの方法であってもよく、接着を強化するために、光回路基板21と集積回路基板61の間には、樹脂などを注入（充填）することが望ましい。また、接触抵抗を小さくして電気的な接触安定性を補強するためにツインバンプなど複数個のバンプ構成（接触ポイント数の増加）としたり、バンプ面積を広く取ることが望ましい。また、接着強度の強化用にダミーバンプなどを、電気的接続用のバンプとは別に使用することも望ましい。

【0051】なお、上記実施形態1、2では、光回路部2、5として、受光素子24を一つ搭載したものについて説明したが、その他にも、図3 (a) および図3 (b) に示すような2波長多重受信光回路、図4 (a) ~図4 (c) に示すような送信光回路、図5 (a) および図5 (b) に示すような送受信光回路であってもよい。これらに示すような多様な光回路部を上記実施形態1、2と同様の集積方法を用いることにより、光回路部が集積回路部に対してより効率的に集積化することができるものである。以下に、図3 (a) および図3 (b) ~図5 (a) および図5 (b) について詳細に説明する。

【0052】図3は、図1の集積化光モジュールにおいて光回路として2波長受信用光回路を使用した場合の図であって、(a)はその上面図、(b)はそのCC'断面図である。図3 (a) および図3 (b) において、2波長多重受信光回路7は、光ファイバ22が埋め込まれたガラス基板21a上に配設され、第1受光素子用電極パッド71が接続された第1受光素子72と、光ファイバ22の途中に設けられた第1波長反射フィルタ・スリット73と、集積回路基板31a上に設けられた第1受光素子用集積回路チップ74とを有すると共に、光ファイバ22が埋め込まれたガラス基板21a上に配設され、第2受光素子用電極パッド75が接続された第2受光素子76と、第2波長反射フィルタ・スリット77と、集積回路基板31a上に設けられた第2受光素子用集積回路チップ78とを有している。

【0053】第1波長の光路C1は実線で示されてお

り、光ファイバ22から第1波長反射フィルタ・スリット73で反射して第1受光素子72に入射し、第1受光素子72で光電変換された信号は、第1受光素子用電極パッド71から集積回路側電極パッド33を介して第1受光素子用集積回路チップ74に入力し、第1受光素子用集積回路チップ74で処理された信号は集積回路側電極パッド33からパッケージ側電極パッド43を介して外部電極端子43aに出力されるようになっている。

【0054】また同様に、第2波長の光路C2は破線で示されており、光ファイバ22から第1波長反射フィルタ・スリット73を通過し、第2波長反射フィルタ・スリット77で反射して第2受光素子76に入射し、第2受光素子76で光電変換された信号は、第2受光素子用電極パッド75から集積回路側電極パッド33を介して第2受光素子用集積回路チップ78に入力し、第2受光素子用集積回路チップ78で処理された信号は集積回路側電極パッド33からパッケージ側電極パッド43を介して外部電極端子43aに出力されるようになっている。

【0055】図4は、図1の集積化光モジュールにおいて光回路部として送信用光回路を使用した場合の図であって、(a)はその上面図、(b)はそのDD'断面図、(c)はそのEE'断面図である。図4(a)～図4(c)において、送信光回路8は、送信用光回路基板81上に、半導体レーザ素子82と、半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子83とを有している。また、送信用光回路基板81上にV溝84を形成し、V溝84内に光ファイバ22を収容した後にファイバ押え85により光ファイバ22を上側から押えて固定(位置決め)するようになっている。

【0056】外部電極端子43aから入力される信号は、パッケージ側電極パッド43から集積回路側電極パッド33を介して送信素子用集積回路チップ86に入力し、送信素子用集積回路チップ86にて処理された信号は、集積回路側電極パッド33から光回路側電極パッド87を介して半導体レーザ82および半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子83に入力される。半導体レーザ素子82からのレーザ光は、送信光の光路D1として、光ファイバ22を介して外部伝送路側に出力される一方、半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子83にてモニタされ、そのモニタ出力が、集積回路側電極パッド33を介して送信素子用集積回路チップ86に入力されるようになっている。

【0057】図5は、図1の集積化光モジュールにおいて光回路として送受信用光回路を使用した場合の図であって、(a)はその上面図、(b)はそのFF'断面図であり、図3(a)および図3(b)、図4(a)～図4(c)の各部材と同一の作用効果を奏する部材には同一の符号を付してその説明を省略する。図5(a)および図5(b)において、送受信光回路9は、図3の第1

受信光回路と、図4の送信光回路8とを有しており、送信信号の光路は実線で示し、受信信号の光路は破線で示している。

【0058】(実施形態3)本実施形態3では、マルチモジュール集積回路(MMIC)に、光信号の送受信機能を有する光回路部をハイブリッドに実装した場合である。

【0059】図6は本発明の実施形態3における集積化光モジュールの構成図であって、(a)はその集積化光モジュールの一部断面状態を示す上面図、(b)は(a)のGG'断面図である。図6(a)および図6(b)において、集積化光モジュール10は、MMIC基板11上の略中央部に形成された光回路位置決め用凹部111内に、送信用光回路部12および受信用光回路部13が収容されて構成されている。その凹部111の周辺部分には、送信用光回路部12および受信用光回路部13の各素子毎に信号処理用の集積回路部14がフリップチップでフェイスダウン実装されている。また、集積化光モジュール10のMMIC基板11には光ファイバ接続用光コネクタ15が設けられている。

【0060】送信用光回路部12は、光ファイバ121が埋め込まれた送信用光回路基板122上に、半導体レーザ素子用電極パッド123が接続された半導体レーザ素子124と、半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子用電極パッド125が接続された半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子126と、光ファイバ121を固定するファイバ押え127とを有している。

【0061】また、受信用光回路部13は、光ファイバ121が埋め込まれた2波長多重型の送信用光回路基板131上に、第1波長用受光素子電極パッド132が接続された第1波長用受光素子133と、第2波長用受光素子電極パッド134が接続された第2波長用受光素子135と、第1波長用反射フィルタ・スリット136と、第2波長用反射フィルタ・スリット137とを有している。

【0062】これらの送信用光回路部12および受信用光回路部13からなる光回路部は、MMIC基板11上に加工された光回路位置決め用凹部111により、非常に精度良く位置合わせが可能であるため、ワイヤリング時に、非常に短い距離でMMIC基板11と結合できるようになっている。

【0063】集積回路部14は、半導体レーザ素子駆動用集積回路141と、半導体レーザ素子出力モニタ用の受光素子信号処理用集積回路142と、第1波長用の受光素子信号処理用集積回路143と、第2波長用の受光素子信号処理用集積回路144とを有している。

【0064】また、集積回路部14は、送信用光回路部12および受信用光回路部13の近傍位置まで、およびMMIC電極パッド145に対して、マイクロストリップライン146で結ばれており、マイクロストリップラ

イン146の途中に回路整合用コンデンサ147を入れることにより、良好な周波数帯域を維持できるようになっている。また、高周波特性を安定化させるために、バイアホール148によりMMIC基板11の上面と下面を短絡させてグランド149を共通化している。

【0065】さらに、MMIC基板11内の集積回路141～144同士で独立した信号処理を行うため、各集積回路141～144および光回路部には、クロストークや高周波ノイズ低減のためのメタルキャップまたはメタルパーティションなどの電磁遮蔽部材を取り付けることが望ましい。また、光回路部12、13側の各電極パッドと集積回路141～144側の電極パッドとをワイヤリングしているが、各電極パッドは互いに対向（厚さ部分が対向）しかつ光回路部12、13と集積回路141～144との間の配線長さが最小長さになるように、出来る限り直線的に配線を配設することが望ましい。

【0066】光ファイバ接続用光コネクタ15は、ソケット側光コネクタ15aとプラグ側光コネクタ15bとから構成されており、MMIC基板11に固定されたソケット側光コネクタ15aに対してプラグ側光コネクタ15bを挿入することで回路側の光ファイバ121と伝送路15c側の光ファイバ（図示せず）とを接続するようになっている。

【0067】ソケット側光コネクタ15aは、ソケット外郭部材151と、ソケット外郭部材151の中央部分に貫通して光ファイバ121を固定するMMIC側フェルール152と、MMIC側のフェルール152の外周に設けられた案内用のスリーブ153とを有している。

【0068】また、プラグ側光コネクタ15bは、有底筒状のプラグ外郭部材154と、プラグ外郭部材154内に出退自在に収容された伝送路15c側のフェルール155と、伝送路側フェルール155を外側（出方向）に付勢する押圧スプリング156とを有している。

【0069】これらのソケット側光コネクタ15aとプラグ側光コネクタ15bによるファイバ接続は、MMIC側フェルール152と外部伝送路側フェルール155をスリーブ153で案内しつつセンタリングし、押圧スプリング156にて両端面を押し付けることで、良好な光接続を可能としている。これらの各フェルール152、156はそれぞれ、プラスチック製の光コネクタ外郭部材151、154にそれぞれ固定されており、この光コネクタ外郭部材151、154を着脱することで、各フェルール152、156も同時に着脱が行える仕組みとなっている。

【0070】以上により、本実施形態3によれば、マルチモジュール集積回路（MMIC）に、光信号の送受信機能を有する光回路部をハイブリッドに実装すれば、高機能化に対応したマルチモジュール集積回路の更なる大型化を抑制することができて、その省面積化および小型化を図ることができると共に、高機能化にも対応するこ

とができる。

【0071】なお、本実施形態3では、特に説明しなかったが、例えば図7(a)および図7(b)に示すように、各集積回路部141～144の集積回路基板はMMIC基板11にフリップチップボンドされている。その実装方法としては、MMIC基板11側のバンプ150に集積回路基板の電極パッド161を直接接触させて実装するものである。具体的には、マルチバンブボンディング(MMB)法、スタッブバンブボンディング(CB-B)法、ソルダーバンブボンディング法などにより、電極同士を接触させ、それ以外の場所、つまりMMIC基板11と集積回路基板間を、図7(b)に示すように、封止用樹脂162で充填することにより、良好な固定強度および信頼性を実現している。

【0072】なお、本実施形態3では、送信用光回路基板122と二波長多重型の受信用光回路基板131からなる光回路基板は、電極面を上にして実装したが、ワイヤリングによる配線をなくすために、図2の集積回路部6をMMIC基板11に置き換えることで、図2に示すように光回路基板（ガラス基板）の配線電極面を下向きにして対向実装することもできる。

【0073】なお、本実施形態3では、光回路部として、非常に集積度の高い半導体レーザ素子1つ、受光素子2つを搭載したものについて説明したが、他にも図1の1波長受信光回路、図3の2波長多重受信光回路、図4の送信光回路、図5の送受信光回路に示すような多様な各種光回路に同様の集積方法を用いることにより、集積回路部に対してより効率的に集積化することができる。

【0074】なお、本実施形態3では、集積回路部と光回路部をハイブリッドに実装する方法について説明を行ってきたが、図8の受信光回路、図9の送信光回路に示すように、光回路基板に集積回路をモノリシックに集積化する方法も有効である。

【0075】なお、本実施形態3では、MMIC基板11に光回路をハイブリッドに実装しているが、MMIC基板にファイバを埋込みスリット形成することにより、MMC基板11そのものを光回路基板として使用することもできる。

【0076】また、上記実施形態1、2では、光回路部と集積回路部とをハイブリッドに実装する方法について説明を行ってきたが、図8の受信光回路、図9の送信光回路に示すように、光回路基板に集積回路部をモノリシックに集積化する方法も有効である。

【0077】図8は、本発明の他の実施形態における光集積化モジュールの構成図であって、シリコン基板上に直に溝を切って受光素子を配置した場合の上面図である。図8において、受信光回路部17は、集積回路一体型受信用光回路基板171の中央左右方向に光ファイバ埋め込み用トレンチ溝172を形成し、その光ファイバ

埋め込み用トレーンチ溝172内に光ファイバ22を収容し、光ファイバ22の途中にダイシングスリット・全反射ミラー173が設けられ、ダイシングスリット・全反射ミラー173の真上に受光素子174が配設されている。光ファイバ22で仕切られる集積回路一体型受信用光回路基板171上の両位置には各集積回路部175がそれぞれ配設されている。集積回路部175の周りに配設された信号入出力用の電極パッド176の近傍位置には、受光素子174の出力用電極パッド177が配設されている。

【0078】図9は、本発明の更に他の実施形態における光集積化モジュールの構成図であって、受信用光回路と集積回路とを同一基板上に一体化した場合の上面図である。図9において、送信光回路部18は、基板181上に形成されたV溝182に光ファイバ22を収容した後に、ファイバ押さえ183により光ファイバ22を固定するようになっている。光ファイバ22の端面部近傍位置には、半導体レーザ素子184さらに半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子185が配設され、これらの半導体レーザ素子184および半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子185が集積回路チップ186の入出力用の電極パッド187とワイヤ188と素子集積回路間電極配線189などで接続されている。

【0079】なお、上記実施形態1～3では、光回路基板としてガラス基板を用いたが、これに限らず、ガラス基板21の代わりに、絶縁性のセラミック基板やGaAs基板であってもよく、また、シリコン(Si)基板のような絶縁性の低い基板であっても、その表面にSiO₂などの絶縁膜を数μm堆積させることで、ガラス基板と同等の高周波性能を得ることができる。

【0080】また、本発明の集積化光モジュールの製造方法については、特に説明しなかったが、基板の表面上に溝を形成する工程と、溝に光ファイバを配置する工程と、基板の表面上に付けて配線(例えばスパッタや蒸着などによるマスクパターン配線など)を形成する工程とを有し、その後、基板上に溝をまたぐように受光素子を形成する工程と、基板上に集積回路を形成する工程とをさらに有していてもよい。この構成により、より高速な通信を実現する集積化光モジュールを、容易かつ効率的に製造することができる。

【0081】

【発明の効果】以上により、本発明によれば、受光素子と集積回路とを電気的に接続するために基板上に形成された一または複数の配線とを有するため、従来のワイヤによる空中配線のものに比べて、生じるキャパシタンスCとインダクタンスLによる発振成分(高周波通信口)も抑制することができると共に、配線接続長さも短くなつて、より高速な通信にも対応することができる。

【0082】また、集積回路側パッドと電極とが対向して電気的に接続されているため、従来のようにワイヤを

介することなく、集積回路側パッドと電極間のワイヤ距離が0とすることができる、配線接続長さを最大限短くすることができ、より高速な通信に対応することができる。

【0083】さらに、より高速な通信を実現する集積化光モジュールを、容易かつ効率的に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の集積化光モジュールの構成を示す図であって、(a)はその上面図、(b)はそのAA'断面図、(c)はそのBB'断面図である。

【図2】本発明の実施形態2における集積化光モジュールの光回路配線部を下向きにする場合の基板ポンディング方法の説明図であって、(a)は実装前の光回路部と集積回路部の断面図、(b)は実装後の光回路部と集積回路部の断面図、(c)は実装後の光回路部と集積回路部の上面図、(d)はスペーサ基板を用いた場合の実装後の光回路部と集積回路部の断面図である。

【図3】図1の集積化光モジュールにおいて光回路として2波長受信用光回路を使用した場合の図であって、(a)はその上面図、(b)はそのCC'断面図である。

【図4】図1の集積化光モジュールにおいて光回路として送信用光回路を使用した場合の図であって、(a)はその上面図、(b)はそのDD'断面図、(c)はそのEE'断面図である。

【図5】図1の集積化光モジュールにおいて光回路として送受信用光回路を使用した場合の図であって、(a)はその上面図、(b)はそのFF'断面図である。

【図6】本発明の実施形態3における集積化光モジュールの構成図であって、(a)はその集積化光モジュールの一部断面状態を示す上面図、(b)は(a)のGG'断面図である。

【図7】図6のMMIC基板上への集積回路の実装を説明するための図であって、(a)はその実装前の状態図、(b)はその実装後の状態図である。

【図8】本発明の他の実施形態における集積化光モジュールの構成図であって、シリコン基板上に直に溝を切って受光素子を配置した場合の上面図である。

【図9】本発明の更に他の実施形態における集積化光モジュールの構成図であって、受信用光回路と集積回路とを同一基板上に一体化した場合の上面図である。

【図10】従来の光受信用モジュールの構成図であって、(a)はその平面図、(b)はその側面図である。

【符号の説明】

- 1 集積化光モジュール
- 2 光回路部
- 3 集積回路部
- 22 光ファイバ
- 24 受光素子

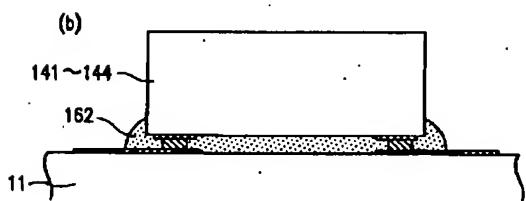
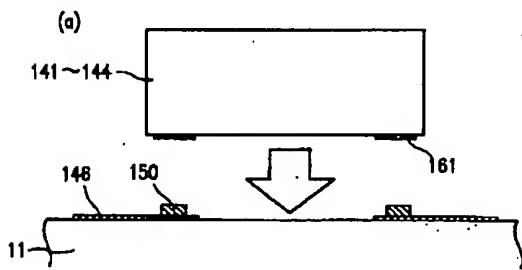
15

2 5 光回路側電極パッド
 3 2 集積回路チップ
 3 3 集積回路側電極パッド
 4 4 ワイヤ
 5 光回路部
 5 5 光回路側バンブ
 6 集積回路部
 6 1 集積回路側パッド
 6 3 集積回路側電極パッド
 7 2 波長多重受信光回路
 7 1 第1受光素子用電極パッド
 7 2 第1受光素子
 7 4 第1受光素子用集積回路チップ
 7 5 第2受光素子用電極パッド
 7 6 第2受光素子
 7 8 第2受光素子用集積回路チップ
 8 送信光回路
 8 2 半導体レーザ素子
 8 3 半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子
 8 6 送信素子用集積回路チップ
 8 7 光回路側電極パッド
 1 0 集積化光モジュール
 1 2 送信用光回路部
 1 2 3 半導体レーザ素子用電極パッド
 1 2 4 半導体レーザ素子
 1 2 5 半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子用電*

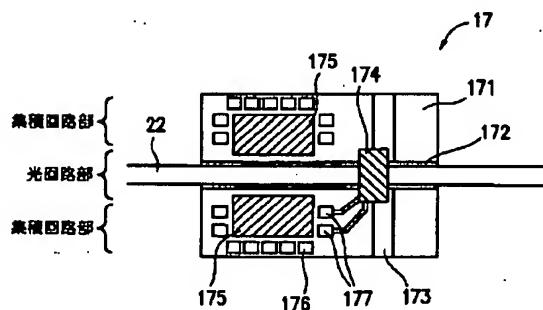
16

* 極パッド
 1 2 6 半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子
 1 3 受信用光回路部
 1 3 2 第1波長用受光素子電極パッド
 1 3 3 第1波長用受光素子
 1 3 4 第2波長用受光素子電極パッド
 1 3 5 第2波長用受光素子
 1 4 集積回路部
 1 4 1 半導体レーザ素子駆動用集積回路
 1 0 1 4 2 半導体レーザ素子出力モニタ用の受光素子信号処理用集積回路
 1 4 3 第1波長用の受光素子信号処理用集積回路
 1 4 4 第2波長用の受光素子信号処理用集積回路
 1 4 5 MMIC電極パッド
 1 4 6 マイクロストリップライン
 1 7 受信光回路部
 1 7 4 受光素子
 1 7 5 集積回路部
 1 7 6, 1 7 7 電極パッド
 2 0 1 8 送信光回路部
 1 8 4 半導体レーザ素子
 1 8 5 半導体レーザ素子出力モニタ用受光素子
 1 8 6 集積回路チップ
 1 8 7 電極パッド
 1 8 8 ワイヤ
 1 8 9 素子集積回路間電極配線

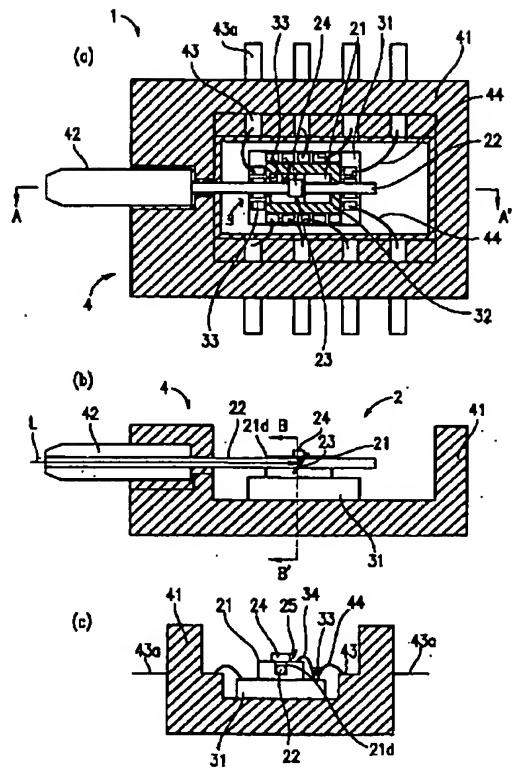
【図7】



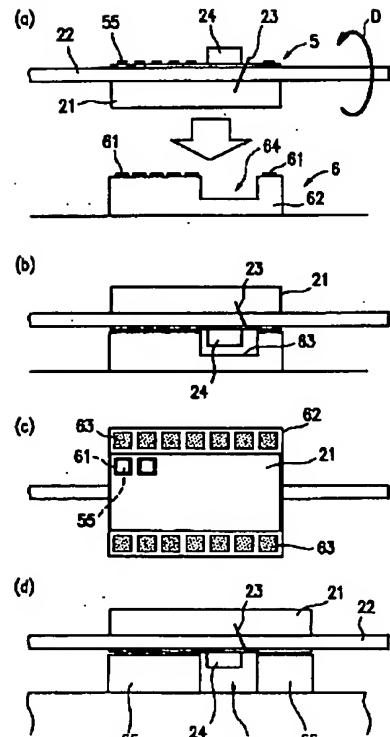
【図8】



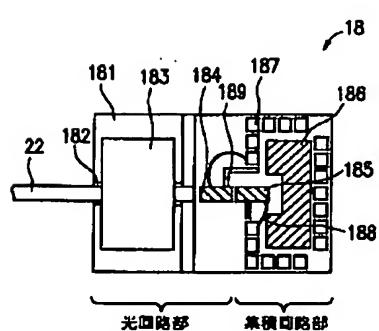
【図1】



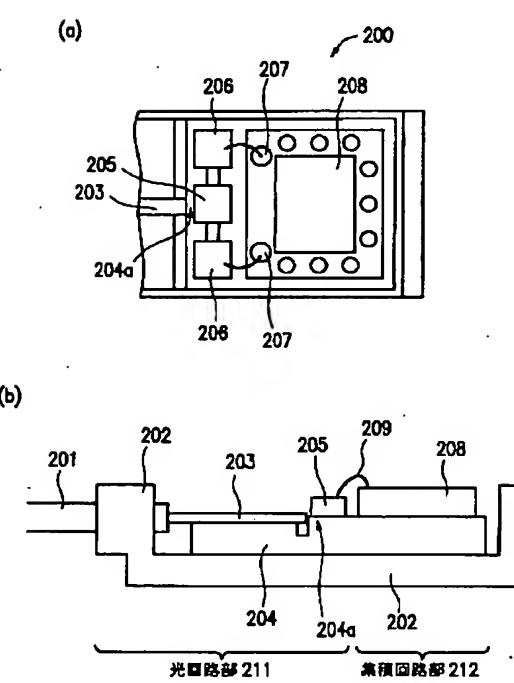
【図2】



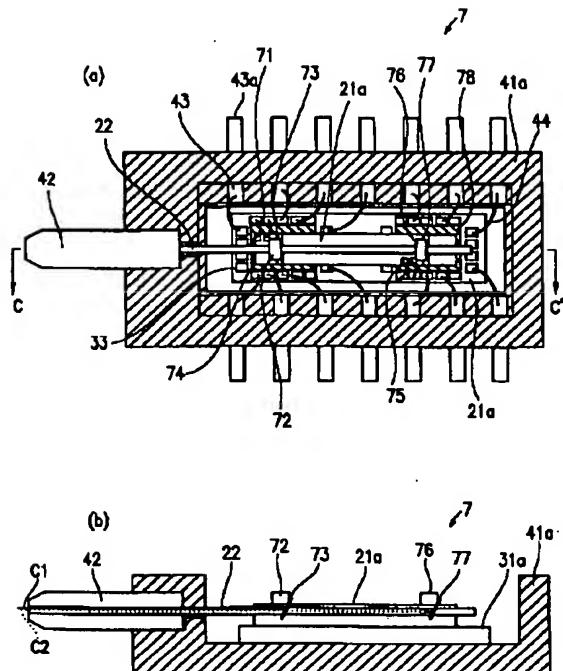
【図9】



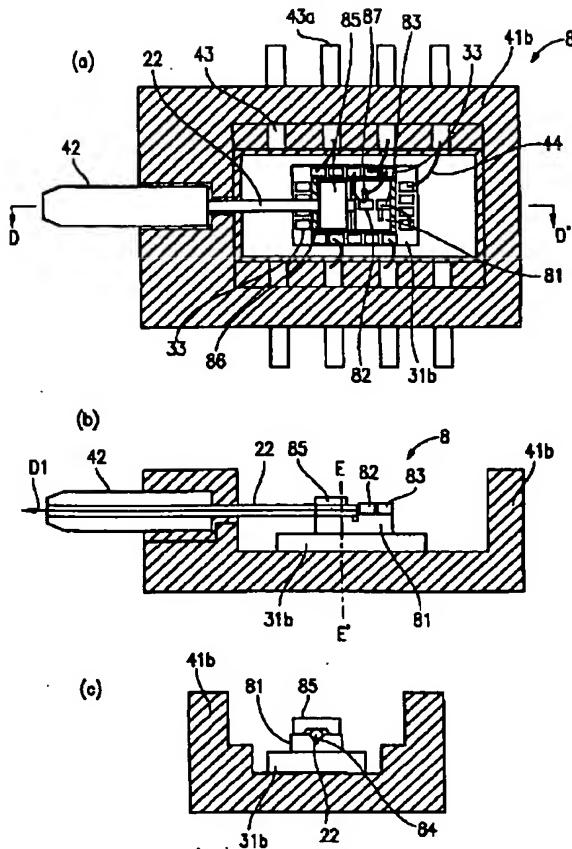
【図10】



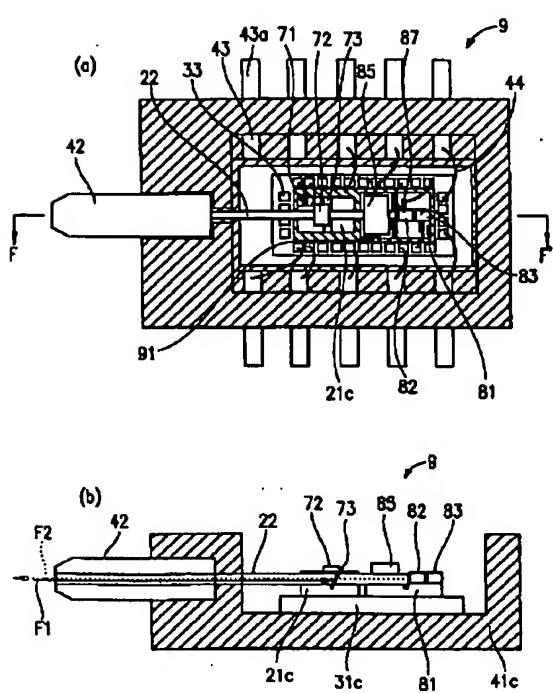
【図3】



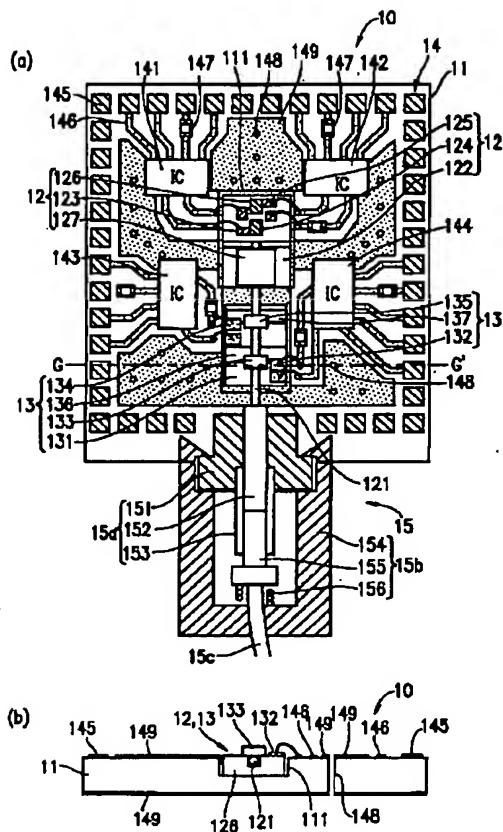
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H037 AA01 BA04 BA13 DA12 DA35
5F073 AB13 AB15 AB28 BA01 EA14
FA02 FA06 FA11
5F088 BA02 BB01 EA07 EA11 JA03
JA14 KA02